



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
PATENT TRANSMITTAL FORM

IFW

Applicant: DINGER et al.
Serial No.: 10/779,516
For: SUBSTRATE MATERIAL FOR X-RAY OPTICAL COMPONENTS
Filed: February 13, 2004
Examiner: Allen C. Ho
Art Unit: 2882
Customer No.: 27623
Confirmation No.: 8909 Attorney Docket: 637.0033USX

COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is:

1. Submission of Priority Document;
2. Transmittal letter in duplicate;
3. Postcard.

Please charge any additional fees or credit any such fees, if necessary to Deposit Account No. 01-0467 in the name of Ohlandt, Greeley, Ruggiero & Perle. A duplicate copy of this sheet is attached.

Respectfully submitted,

Charles N.J. Ruggiero
Reg. No. 28,468
Ohlandt, Greeley, Ruggiero & Perle, L.L.P.
One Landmark Square, 10th Floor
Stamford, Connecticut 06901-2682
(203) 327-4500

Date: December 8, 2005

CERTIFICATE OF MAILING

I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING DEPOSITED WITH THE U.S. POSTAL SERVICE AS FIRST CLASS MAIL IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: COMMISSIONER FOR PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313-1450, ON December 8, 2005.

Michelle M Bombino
NAME OF PERSON MAILING PAPER

SIGNATURE

12/8/05
DATE

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: DINGER et al.
Serial No. 10/779,516
For: SUBSTRATE MATERIAL FOR X-RAY OPTICAL COMPONENTS
Filed: February 13, 2004
Examiner: Allen C. Ho
Art Unit: 2882
Customer No.: 27623
Confirmation No.: 8909 Attorney Docket: 637.0033USX

COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

**REQUEST FOR ENTRY OF PRIORITY CLAIM
AND SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

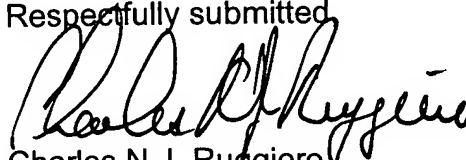
Dear Sir:

Applicant hereby requests that a priority claim under 35 U.S.C. §119 be entered in the above-identified application as follows: **German** Application No. **101 39 188.9** filed **August 16, 2001**, for the above noted application.

We are also enclosing a certified copy of the priority document, **German** Application No. **101 39 188.9** filed **16 August 2001**, for filing in the above noted application.

It is respectfully requested that this application be passed to allowance.

Respectfully submitted,



Date: December 8, 2005

Charles N.J. Ruggiero
Attorney for Applicants
Registration No. 28,468
Ohlandt, Greeley, Ruggiero & Perle, L.L.P.
One Landmark Square, 10th Floor
Stamford, Connecticut 06901-2682
Telephone: (203) 327-4500
Telefax: (203) 327-6401

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 39 188.9

Anmeldetag: 16. August 2001

Anmelder/Inhaber: SCHOTT AG, 55122 Mainz/DE;
Carl Zeiss SMT AG, 73447 Oberkochen/DE.


Erstanmelder: SCHOTT GLAS, 55122 Mainz/DE;
Carl Zeiss, 89518 Heidenheim/DE.

Bezeichnung: Glaskeramik für röntgenoptische Komponenten

IPC: C 03 C, G 02 B, G 03 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. November 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Stark

Glaskeramik für röntgenoptische Komponenten

Die Erfindung betrifft eine Glaskeramik mit einer Wärmeausdehnung α in einem vorbestimmten Temperaturbereich $< 5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, eine
5 röntgenoptische Komponente für Röntgenstrahlen der Wellenlänge λ_R umfassend eine derartige Glaskeramik, ein Verfahren zur Herstellung röntgenoptischer Komponenten, umfassend eine derartige Glaskeramik sowie die Verwendung derartiger röntgenoptischer Komponenten.

10 Röntgenoptische Komponenten sind insbesondere im Bereich der Röntgenlithographie von besonderem Interesse. Insbesondere gilt dies für die Lithographie mit welchen Röntgenstrahlen, die sogenannten EUV-Lithographien im Wellenlängenbereich 10 - 30 nm. Als optische
15 Komponenten finden im Bereich der Röntgenstrahlen Spiegel mit einer möglichst hohen Reflektivität im Röntgenbereich Verwendung. Derartige Röntgenspiegel können nahe dem senkrechten Einfall betrieben werden oder im streifenden Einfall, als sogenannte normal oder grazing incidence-Spiegel.

20 Röntgenspiegel, umfassen ein Substrat und darauf aufgebaut ein Vielschichtsystem, sogenannte "Distributed Bragg Reflectors" (DBR), nachfolgend auch kurz Multilayer genannt. Sie erlauben die Realisierung von Spiegeln mit hoher Reflektivität im Röntgenbereich bei nicht streifendem Einfall, d. h. im normal incidence Betrieb.

25 Röntgenspiegel, die nahe dem senkrechten Einfall (normal incidence) betrieben werden, werden den mit einfacheren Schichten belegten Spiegeln mit streifendem Einfall (grazing incidence) immer dann vorgezogen, wenn hohe Abbildungsgüte durch geringe Aberrationen, d.h.
30 vorzugsweise in abbildenden Systemen, z.B. Projektionsoptiken für EUV-Lithographie-Systeme, gefordert sind.

Um die Reflektivität von grazing incidence Spiegeln zu erhöhen, können auch die Substrate dieser Spiegel mit einem Vielfachschichtsystem versehen werden.

5 Betreffend Projektionsoptiken für die EUV-Lithographie und die dort
verwandten röntgenoptischen Komponenten wird auf die DE 199 23 609 A1
sowie die US-Anmeldung Serial-No. 09/322,813, eingereicht beim US-
Patentamt am 28.05.1999 mit dem Titel "Reduction objective for extreme
ultraviolet lithography" verwiesen, deren Offenbarungsgehalt vollumfänglich
10 in die vorliegende Anmeldung mit aufgenommen wird.

Als auf das Substrat aufbauende Vielfachschichtsysteme können
Schichtsysteme, umfassend Mo/Si, Mo/Be, MoRu/Be-Schichtstapeln mit 40
bis 100 Schichtpaaren verwendet werden. Derartige Systeme führen im
15 EUV-Bereich $\lambda_R = 10$ bis 30 nm zu Spitzenreflektivitäten im Bereich von 70
bis 80 %. Je nach Wellenlänge des zu reflektierenden Lichtes können auch
Schichtsysteme aus anderen Materialien zum Einsatz gelangen.

Die hohe Reflektivität der Schichtstapel wird durch phasengerechte
20 Überlagerung und konstruktive Interferenz der an den einzelnen Schichten
reflektierten Teilwellenfronten erreicht. Die Schichtdicken müssen dabei
typischerweise im Bereich kleiner 0,1 nm kontrolliert werden.

Notwendige Voraussetzungen für das Erreichen hoher Reflektivität sind
25 hinreichend geringe Schicht- und Substratrauheiten im high spatial
frequency roughness-(HSFR)-Bereich. Dieser Ortsfrequenzbereich führt je
nach Sichtweise zu Lichtverlust durch Streuung außerhalb des Bildfeldes
der Optik bzw. durch Störung der mikroskopisch phasenrichtigen
Überlagerung der Teilwellenzüge. Der relevante Ortsfrequenzbereich ist
30 nach unten hin durch das Kriterium Streuung außerhalb des Bildfeldes
begrenzt und liegt anwendungsabhängig typischerweise bei EUV-

Wellenlängen im Bereich einiger μm . Zu hohen Ortsfrequenzen hin wird i.a. keine Grenze spezifiziert. Ein sinnvoller Grenzwert liegt beispielsweise im Bereich der halben Wellenlänge des einfallenden Lichtes, da noch höhere Ortsfrequenzen von den einfallenden Photonen nicht mehr gesehen werden. Die HSFR wird üblicherweise mit Atomic Force-Mikroskopen (AFM) vermessen, die die notwendige laterale Auflösung besitzen.

Auch andere röntgenoptische Komponenten können einen Aufbau erfordern, der sich durch eine hohe Reflektivität und eine geringe Wärmeausdehnung auszeichnet. Nur beispielhalber sei eine Retikelmaste für ein EUV-Projektionsbelichtungssystem, ein Spiegel mit Rasterelementen, ein sogenannter optischer Integrator oder ein Kollektorspiegel eines EUV-Beleuchtungssystems erwähnt. Betreffend Beleuchtungssysteme für die EUV-Lithographie und die dort eingesetzten Komponenten wird auf die DE 199 03 807 A1 sowie die US-Anmeldung Serial-No. 09/305,017, eingereicht beim US-Patentamt am 04.05.1999 mit dem Titel "Illumination system particularly for EUV-Lithography" verwiesen, deren Offenbarungsgehalt vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung mitaufgenommen wird.

Als Substratmaterialien für die darauf aufbauenden Vielfachschichtsysteme werden derzeit kristallines Silizium, amorphe und teilkristalline Gläser, wie die Glaskeramik ZERODUR® von Schott-Glas, Mainz verwendet.

Im Bereich der high spatial frequency roughness (HSFR) kann ein ausreichender Wert von beispielsweise 0,1 nm rms mit klassischem Superpoliervorgang sowohl auf Silizium als auch auf ZERODUR® und amorphen Gläsern erreicht werden. Da diese Verfahren zumindest auf Asphären i.a. die Feinpassee, d.h. Fehler im niedrigen Ortsfrequenzbereich und im middle spatial frequency roughness (MSFR)-Bereich die langwelligen MSFR-Anteile wieder verschlechtern, muß dem

Superpolierprozeß in der Regel ein rauheitserhaltender Feinkorrekturprozeß nachgeschaltet werden.

5 Passe und auch die langwelligen MSFR-Anteile (mm-Wellen) können mit Strahlbearbeitungsverfahren, z.b. den IBF (ion beam figuring) in Spezifikation gebracht werden. Der Vorteil dieser Verfahren ist, daß deren Werkzeuge sich insbesondere bei den typischerweise asphärischen Oberflächen formtreu anschmiegen können. Diese Strahlbearbeitungsverfahren beruhen auf Sputterprozessen. Die globalen
10 und lokalen Sputterraten hängen dabei von den physikalischen und chemischen Bindungsverhältnissen im zu bearbeitenden Festkörper ab.

Während in einkristallinem Silizium der zusätzliche Energieeintrag durch die einfallenden Ionen zu einer Oberflächenumorientierung mit dem Resultat
15 verbesserter Rauheiten führt, wird im amorphen Glas eine leichte Verschlechterung der HSFR von ca. 0,06 nach 0,15 nm rms, im teilkristallinen ZERODUR® dagegen eine dramatische Verschlechterung von 0,1 nach 0,4 nm rms beobachtet.

20 Das einkristalline Silizium ist zwar unter dem Gesichtspunkt der Rauheitsanforderungen an das Substratmaterial ein geeigneter Träger, weist jedoch eine mechanische Anisotropie auf und erlaubt aufgrund der Einkristallität nur geringe Spiegelgrößen. Der Nachteil eines gegenüber Gläsern höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten α läßt sich zwar durch die deutlich höhere Wärmeleitfähigkeit und eine geeignete Kühlung teilweise kompensieren. Dies ist jedoch technisch sehr aufwendig. Silizium als Substrat kommt daher derzeit lediglich bei sehr hohen thermischen
25 Lasten beispielsweise in Beleuchtungssystemen zum Einsatz.

30 Bei Verwendung von amorphen Gläsern sind zwar Wärmeausdehnung und die Rauheit im HSFR-Bereich unproblematisch, eine ausreichende Passe

und MSFR-Werte können aber nicht erreicht werden, da die lamellenartige Schlierenstruktur von amorphem Glas sich nachteilig in diesen Frequenzbereichen auswirkt. So führen diese ca. 0,1 mm dicken Schichten auf moderat gekrümmten Spiegeloberflächen zu nicht korrigierbaren Oberflächenmodulationen im mm-Bereich mit Amplituden von einigen Nanometern, weit außerhalb für die EUVL-Lithographie notwendigen Werten. Dieser Effekt wird auch bei Ionenstrahlbasierten Fertigungsprozessen beobachtet.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Substratmaterial für röntgenoptische Komponenten anzugeben, das einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizient wie beispielsweise Gläser aufweist, andererseits aber eine ausreichende Oberflächengüte, der röntgenoptischen Komponenten gewährleistet.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine Glaskeramik als Substratmaterial für röntgenoptische Komponenten mit einem amorphen und einem kristallinen Glasanteil gelöst. Die Glaskeramik weist einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten auf, die Größe der Mikrokristallite ist $< 4\lambda_R$, bevorzugt $< 2\lambda_R$, besonders bevorzugt λ_R , insbesondere bevorzugt $< \lambda_R/2$, wobei λ_R die mittlere Wellenlänge der einfallenden Röntgenstrahlung bezeichnet.

Die Erfinder haben überraschenderweise festgestellt, daß röntgenoptische Komponenten, umfassend derartige Glaskeramiken, sämtliche Anforderungen betreffend Wärmeausdehnung und Oberflächeneigenschaften erfüllen. So zeichnen sich beispielsweise normal incidence Röntgenspiegel mit einem erfindungsgemäßen Substratmaterial für die EUV-Lithographie durch eine gute Feinpasse, d.h. Fehler im niedrigen Ortsfrequenzbereich, aus. Hierunter versteht man typischerweise Strukturgrößen zwischen einem Zehntel der durch die einzelnen

Bildpunkten zugeordneten Bündelquerschnitten bis zum freien Durchmesser des Spiegels, d.h. die Fehler liegen in der Größenordnung Millimeter bis mehrere Dezimeter. Derartige Fehler führen zu Aberrationen und reduzieren die Abbildungstreue bzw. beschränken die Auflösungsgrenze des Systems. Mit den erfindungsgemäßen Komponenten können in Feinpasse-Werte im Bereich $\lambda_R/50$ bis $\lambda_R/100$ rms; im EUV-Bereich entspricht dies 0,25 nm rms, erreicht werden.

Ferner zeichnen sie sich durch geringe Rauheiten im mittleren Ortsfrequenzbereich (MSFR) aus. Diese Ortswellenlängen führen zu Streulicht innerhalb des Bildfeldes (Flare) und damit zu Kontrastverlusten in einer abbildenden Optik. Die Fehler im MSFR-Bereich lassen sich aus den Formeln für TIS (total integrated scatter) abschätzen. Mit der Erfindung können bei EUVL-Anwendungen Fehler im Bereich 0,1 bis 0,2 nm rms erreicht werden.

Die normal incidence Röntgenspiegel sind auch durch eine geringe Wärmeausdehnung gekennzeichnet. Dies ist für EUV-Anwendungen wichtig, da ca. 30 % des einfallenden Lichtes von den Multilayerspiegeln absorbiert und in Wärme umgewandelt wird. Damit die Oberflächenform im Betrieb unter diesen thermischen Lasten stabil bleibt, wird bei abbildenden Optiken ein Material mit möglichst geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten benötigt. Geringe Ausdehnungskoeffizienten kommen auch der erreichbaren Formgenauigkeit in wärmeerzeugenden Bearbeitungsprozessen entgegen.

Die Rauigkeit der röntgenoptischen Komponente im High Spatial Frequency Roughness (HSFR)-Bereich ist $< \lambda_R/30$ rms, bevorzugt $< \lambda_R/50$ rms, insbesondere bevorzugt $> \lambda_R/100$ rms, der Fehler im niedrigen Ortsfrequenzbereich im Bereich $\lambda_R/50 - \lambda_R/100$ rms und der Fehler im mittleren Ortsfrequenzbereich (MSFR) im Bereich $\lambda_R/50 - \lambda_R/100$ rms.

In einer ersten Ausführungsform ist die röntgenoptische Komponente eine in Reflektion betriebene Retikelmaste für die EUV-Lithographie umfassend ein erfindungsgemäßes Substratmaterial.

5 In einer alternativen Ausführungsform ist die röntgenoptische Komponente ein normal incidence Spiegel, wobei der Spiegel ein Substrat, umfassend eine Glaskeramik sowie ein Mehrschichtsystem mit einer Vielzahl von Schichten mit hoher Reflektivität im Röntgenbereich bei nicht-streifendem Einfall aufweist.

10

Bevorzugt umfaßt das auf das Substrat aufbauende Mehrschichtsystem des normal incidence Spiegels 40 bis 200 Schichtpaare, bestehend aus einem der nachfolgenden Materialien: Mo/Si, Mo/Bi, MoRu/Be.

15

Neben der Glaskeramik stellt die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung einer röntgenoptischen Komponente für Röntgenstrahlen der Wellenlänge λ_R zur Verfügung, umfassend folgende Schritte: die Oberfläche der röntgenoptischen Komponente wird superpoliert bis eine High Spatial Frequency Roughness (HSFR) $< \lambda_R/50$ rms, bevorzugt $< \lambda_R/100$ rms erreicht wird, anschließend wird die Oberfläche mit einem Strahlbearbeitungsverfahren weiterbearbeitet, bis der Fehler im niedrigen Ortsfrequenzbereich $\lambda_R/50 - \lambda_R/100$ rms und der Fehler im mittleren Ortsfrequenzbereich (MSFR) im Bereich $\lambda_R/50 - \lambda_R/100$ rms liegt.

20

25

Bei der erfindungsgemäßen Glaskeramik sind Mikrokristallite mit negativer Wärmeausdehnung in amorphes Material mit positiver Wärmeausdehnung eingebettet. Während der Kristallisationsphase wird das stöchiometrische Verhältnis von Kristall- zu Glasphase so eingestellt, daß für einen bestimmten Temperaturbereich, beispielsweise 0 bis 50° C, eine verschwindende Wärmeausdehnung resultiert. Die Größe der Kristallite ist dabei ein freier Parameter. Die Erfinder haben erkannt, daß es für die

30

Erzielung einer verschwindenden Wärmeausdehnung in erster Näherung irrelevant ist, ob viele kleine oder wenige große Kristallite eingebettet sind, solange das Volumenverhältnis Kristallit/Glas konstant bleibt.

- 5 Die erfindungsgemäße Glaskeramik weist Kristallitgrößen in der Größenordnung der Wellenlänge des einfallenden Lichtes, bevorzugt unter der halben Wellenlänge, auf.

- 10 Dies hat zur Folge, daß die durch Ionenbeschuß induzierten Rauheitsamplituden bzw. Degradationen mit der Kristallitgröße skalieren. Auf EUV-Spiegeln wird somit eine tolerable Degradation erreicht, die um einen Faktor 3 bis 4 mal geringer ist als beispielsweise bei Glaskeramiken mit Mikrokristalliten in der Größenordnung von 50 nm.

- 15 Die erfindungsgemäßen Glaskeramiken weisen des weiteren Ortsfrequenzen in einem Bereich auf, die durch die Röntgenphotonen nicht mehr wahrgenommen werden. Diese können daher nicht mehr zur Reflektivitätsminderung beitragen.

20

Patentansprüche

1. Glaskeramik, insbesondere für röntgenoptische Komponenten, umfassend eine Glasphase aus amorphem Material und eine Kristallphase, umfassend Mikrokristallite, wobei das amorphe Material positive Wärmeausdehnung und die Mikrokristallite negative Wärmeausdehnung aufweisen und das stöchiometrische Verhältnis von Kristall zu Glasphase derart eingestellt wird, daß die Wärmeausdehnung α der Glaskeramik in einem vorbestimmten Temperaturbereich $< 5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, insbesondere $< 1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ist, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Größe der Mikrokristallite $< 40 \text{ nm}$, bevorzugt $< 20 \text{ nm}$, besonders bevorzugt $< 10 \text{ nm}$ ist.
2. Glaskeramik nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeausdehnung $\alpha < 5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, insbesondere $< 1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ in einem Temperaturbereich $+ 20^\circ$ bis $+ 300^\circ \text{ C}$, insbesondere 0 bis 50° C ist.
3. Röntgenoptische Komponente für Röntgenstrahlen der Wellenlänge λ_R umfassend eine Glaskeramik mit einer Glasphase aus amorphem Material und einer Kristallphase, umfassend Mikrokristallite, wobei das amorphe Material positive Wärmeausdehnung und die Mikrokristallite negative Wärmeausdehnung aufweisen und das stöchiometrische Verhältnis von Kristall zu Glasphase derart eingestellt wird, daß die Wärmeausdehnung α der Glaskeramik in einem vorbestimmten Temperaturbereich $< 5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, insbesondere $< 1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ist, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Größe der Mikrokristallite $< 2 \lambda_R$, bevorzugt $< \lambda_R$, insbesondere $< \lambda_R/2$ ist.

10

4. Röntgenoptische Komponente gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenlänge im Bereich λ_R von 10 - 30 nm liegt.
5. Röntgenoptische Komponente gemäß einem der Ansprüche 3 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rauigkeit der Glaskeramik im High Spatial Frequency Roughness (HSFR)-Bereich $< \lambda_R/100$ rms, bevorzugt $< \lambda_R/300$ rms ist.
6. Röntgenoptische Komponente gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Fehler im niedrigen Ortsfrequenzbereich im Bereich $\lambda_R/50 - \lambda_R/100$ rms liegt.
7. Röntgenoptische Komponente gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Fehler im mittleren Ortsfrequenzbereich (MSFR) im Bereich $\lambda_R/50 - \lambda_R/100$ rms liegt.
8. Röntgenoptische Komponente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die röntgenoptische Komponente eine Retikelmaste für die EUV-Lithographie ist.
9. Röntgenoptische Komponente gemäß einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die röntgenoptische Komponente ein normal incidence Spiegel ist, wobei der Spiegel ein Substrat umfassend eine Glaskeramik sowie ein Mehrschichtsystem mit einer Vielzahl von Schichten mit hoher Reflektivität im Röntgenbereich bei nicht-streifendem Einfall aufweist.

10. Röntgenoptische Komponente gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß
das Mehrschichtsystem 40 - 200 Schichtpaare bestehend aus einem der nachfolgenden Materialien
Mo/Si
Mo/Bi
MoRu/Be
umfaßt.
11. Verfahren zur Herstellung einer röntgenoptischen Komponente für Röntgenstrahlen der Wellenlänge λ_R gemäß einem der Ansprüche 3 bis 10, umfassend folgende Schritte:
die Oberfläche der röntgenoptischen Komponente wird superpoliert bis eine High Spatial Frequency Roughness (HSFR) $< \lambda_R/100$ rms, bevorzugt $< \lambda_R/300$ rms erreicht wird, anschließend wird die Oberfläche mit einem Strahlbearbeitungsverfahren weiterbearbeitet, bis der Fehler im niedrigen Ortsfrequenzbereich $\lambda_R/50 - \lambda_R/100$ rms und der Fehler im mittleren Ortsfrequenzbereich (MSFR) im Bereich $\lambda_R/50 - \lambda_R/100$ rms liegt.
12. Verwendung von röntgenoptischen Komponenten gemäß einem der Ansprüche 3 bis 10 in einem EUV-Projektionssystem umfassend ein Beleuchtungssystem und ein Projektionsobjektiv.
13. Verwendung einer röntgenoptischen Komponente gemäß einem der Ansprüche 3 bis 11 in einem der nachfolgenden Gebiete:
der Röntgenmikroskopie
der Röntgenastronomie
der Röntgenspektroskopie

Glaskeramik für röntgenoptische Komponenten,

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Glaskeramik, insbesondere für röntgenoptische Komponenten, umfassend eine Glasphase aus amorphem Material und eine Kristallphase, umfassend Mikrokristallite, wobei das amorphe Material positive Wärmeausdehnung und die Mikrokristallite negative Wärmeausdehnung aufweisen und das stöchiometrische Verhältnis von
- 10 Kristall zu Glasphase derart eingestellt wird, daß die Wärmeausdehnung α der Glaskeramik in einem vorbestimmten Temperaturbereich $< 5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, insbesondere $< 1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ist,
- dadurch gekennzeichnet, daß
- die mittlere Größe der Mikrokristallite $< 40 \text{ nm}$, bevorzugt $< 20 \text{ nm}$,
- 15 besonders bevorzugt $< 10 \text{ nm}$ ist.